

P21220.P04

JC872 U.S. PTO  
09/973114  
10/10/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :S. TAKEUCHI et al.

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For : OBJECTIVE LENS FOR OPTICAL HEAD

#2 Priority  
Paper  
12-10-01  
R. Takeuchi

**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2000-312110, filed October 12, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
S. TAKEUCHI et al.

*Leslie Paperny Reg. No. 33329*  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027

October 9, 2001  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1941 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC872 U.S. PTO  
09/973114  
10/10/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-312110

出 願 人

Applicant(s):

旭光学工業株式会社

2001年 7月 5日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3063013

【書類名】 特許願  
【整理番号】 JP00661  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 13/00  
G02B 27/42  
G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 竹内 修一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 丸山 晃一

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098235

【弁理士】

【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062606

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9812486

特2000-312110

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ヘッド用対物レンズおよび光ヘッドの光学系

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源部から発するレーザー光を光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる単レンズであって、

いずれか一方のレンズ面が光軸を含む中心領域と、該中心領域の周囲を囲む周辺領域とに区分され、前記中心領域は、段差のない連続面として形成され、前記周辺領域には、微細な段差を有する複数の同心の輪帯から成る回折レンズ構造が形成され、該回折レンズ構造は、温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有することを特徴とする光ヘッド用対物レンズ。

【請求項2】 前記周辺領域の面積が前記中心領域の面積よりも狭くなるように区分されていることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク用対物レンズ。

【請求項3】 前記回折レンズ構造は、入射光の波長が長波長側にシフトした際に、球面収差が補正不足となる方向に変化するような球面収差特性を有することを特徴とする光ヘッド用対物レンズ。

【請求項4】 光源部から発するレーザー光を光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる単レンズであって、

いずれか一方のレンズ面が光軸を含む中心領域と、該中心領域の周囲を囲む周辺領域とに区分され、温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有する回折レンズ構造が、前記周辺領域にのみ形成され、該回折レンズ構造は、微細な段差を有する複数の同心の輪帯から成ることを特徴とする光ヘッド用対物レンズ。

【請求項5】 レーザー光を発する光源部と、前記レーザー光を光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる対物レンズとを備える光ヘッドの光学系において、

前記対物レンズのいずれかのレンズ面は、光軸を含む中心領域と、該中心領域の周囲を囲む周辺領域とに区分され、前記周辺領域には、微細な段差を有する複数の同心の輪帯から成る回折レンズ構造が形成され、該回折レンズ構造は、温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有することを特徴とする光ヘッドの

光学系。

【請求項 6】 前記対物レンズの中心領域は、段差のない連続面として形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の光ヘッドの光学系。

【請求項 7】 前記光源部は、第 1 のレーザー光と該第 1 のレーザー光より波長が長い第 2 のレーザー光とを選択的に発し、前記第 2 のレーザー光を発散光として前記対物レンズに対して入射させ、前記第 1 のレーザー光を平行光若しくは前記第 2 のレーザー光より弱い発散光として前記対物レンズに入射させ、前記対物レンズは、前記第 1 のレーザー光を第 1 の光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させると共に、前記第 2 のレーザー光を前記第 1 の光ディスクより保護層が厚く記録密度が低い第 2 の光ディスクの記録面上に集光させることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の光ヘッドの光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、デジタルバーサタイルディスク(DVD)装置、あるいは光磁気ディスク(MO)装置等の光情報記録再生装置の光ヘッドに使用される高NA(開口数)の対物レンズ、およびこの対物レンズを用いた光ヘッドの光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

軽量化、小型化が要求される光情報記録再生装置の光ヘッドには、一般に樹脂製の両面非球面レンズが利用される。ただし、樹脂レンズはガラスレンズと比較して温度変化による屈折率変化や形状変化が大きいため、それによる性能変化が問題となり易い。例えば、温度が上昇すると、樹脂レンズの屈折率は低下するため、これに伴って球面収差が補正過剰となる方向に変化し、波面収差が劣化する。樹脂レンズの温度変化に対する屈折率の変化率は、ほぼ $-11 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ である。

【0003】

表 1 は、焦点距離3.0mm、使用波長650nmの樹脂製レンズについて、温度が40

度上昇した際、すなわち屈折率が $-440 \times 10^{-5}$ 変化した際の波面収差(rms値、単位： $\lambda$ (波長))の変化量を、NAをパラメータとして示した表であり、図16はそのグラフである。

## 【0004】

【表1】

NA	波面収差(rms、単位： $\lambda$ )
0.00	0.000
0.10	0.000
0.20	0.001
0.30	0.003
0.40	0.007
0.50	0.018
0.60	0.043

## 【0005】

一般に、CD(コンパクトディスク)装置用の対物レンズは、NAが0.45程度であり、波面収差の許容範囲の上限が0.04 $\lambda$ 程度であるため、90度程度の温度変化があっても波面収差は許容範囲内となり、温度変化による波面収差の劣化は実用上は問題とならない。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、DVD装置用の対物レンズはNAが0.60、MO装置用の対物レンズはNAが0.55程度であり、波面収差の許容範囲の上限が0.03 $\lambda$ 程度であるため、40度～50度程度の温度変化があると波面収差が許容範囲の上限を越え、情報の記録、再生に支障をきたす可能性がある。

## 【0007】

この発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、温度変化による波面収差の変化を小さく抑え、DVD装置用、あるいはMO装置用の高NAの対物レンズとして利用する場合にも、利用可能な温度範囲を広げることができる光ヘッド用対物レンズを提供することを目的とする。

## 【 0 0 0 8 】

## 【課題を解決するための手段】

この発明にかかる光ヘッドの光学系は、上記の目的を達成させるため、対物レンズのいずれか一方のレンズ面を、光軸を含む中心領域と、この中心領域の周囲を囲む周辺領域とに区分し、中心領域を、段差のない連続面として形成し、周辺領域に、微細な段差を有する複数の同心の輪帯から成る回折レンズ構造を形成したことを特徴とする。回折レンズ構造は、温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有する。

## 【 0 0 0 9 】

上記のように回折レンズ構造を設けることにより、温度変化による影響を避けることができる。また、温度補償のための回折レンズ構造は、周辺領域のみに設けてあれば集光性能の変化を実用上問題のないレベルに抑えることができる。周辺領域の面積は中心領域の面積よりも小さくなるように区分されることが望ましい。周辺領域の面積が中心領域の面積に比べ大きくなると、球面収差の波長依存性が大きくなり、ロット違いによる半導体レーザーの発振波長の個体差等による性能劣化が問題となる。

## 【 0 0 1 0 】

前述のように、屈折レンズの球面収差は温度上昇により補正過剰となる方向に変化する。一方、光ヘッドの光源として一般に用いられる半導体レーザーは、温度上昇により発振波長が長波長側にシフトする特性を有する。そこで、回折レンズ構造には、波長の長波長側へのシフトにより球面収差が補正不足となる方向に変化するような特性を持たせれば、温度上昇により補正過剰となる屈折レンズの球面収差の変化を、温度上昇による半導体レーザーの長波長側への波長シフトにより補正不足となる回折レンズ構造の球面収差の変化により打ち消すことができる。

## 【 0 0 1 1 】

また、この発明にかかる光ヘッドの光学系は、レーザー光を発する光源部と、このレーザー光を光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる対物レンズとを備え、対物レンズのレンズ面の周辺領域に、温度補償用の回折レンズ構造が



形成されていることを特徴とする。

#### 【0012】

なお、上記の光ヘッドの光学系をCDとDVDのように規格の異なる光ディスクに兼用する場合には、光源部は、短波長の第1のレーザー光と長波長の第2のレーザー光とを選択的に発し、第2のレーザー光を発散光として対物レンズに対して入射させ、第1のレーザー光を平行光若しくは第2のレーザー光より弱い発散光として対物レンズに入射させることが望ましい。また、この場合、対物レンズは、第1のレーザー光を保護層が薄く記録密度が高い第1の光ディスク(例えばDVD)の記録面上に集光させると共に、第2のレーザー光を保護層が厚く記録密度が低い第2の光ディスク(例えばCD)の記録面上に集光させる。

#### 【0013】

上記のように記録密度の異なる2種類の光ディスクが使用される場合、対物レンズの周辺領域に形成される温度補償用の回折レンズ構造は、記録密度の高い第1の光ディスクに対して最適化される。したがって、第1の光ディスク使用時に利用される第1のレーザー光に対しては高い開口数(NA)を確保できると共に、第2の光ディスク使用時に利用される第2のレーザー光に対しては収差を発生させ、実質的に開口数を小さくして第1の光ディスクに対するより大きな第2の光ディスクに適したサイズのスポットを形成することができる。

#### 【0014】

#### 【発明の実施の形態】

以下、この発明にかかる光ヘッドの光学系の実施形態を説明する。最初に光学系の全体構成について説明し、続いて対物レンズの実施例を説明する。実施形態の光ヘッドは、この例ではDVD等のように記録密度が相対的に高い光ディスク(以下、第1の光ディスクという)に対して記録あるいは再生が可能である。

#### 【0015】

図1は第1の実施形態にかかる光ヘッドの光学系の説明図である。この光学系は、レーザーモジュール21、コリメートレンズ24、対物レンズ10で構成されている。レーザーモジュール21は、半導体レーザーとセンサーとを一体化した素子である。対物レンズ10は、図示しない公知のフォーカシング機構により

その光軸方向に移動可能であり、かつ、トラッキング機構により光ディスクの半径方向にも移動可能である。

#### 【 0 0 1 6 】

DVD等の0.6mmの保護層を有する高記録密度の第1の光ディスクD1を使用するためには、小さいビームスポットを作るために波長635～665nmの赤色光が必要とされる。そこで、レーザーモジュール21は、発振波長650nmの半導体レーザーを備える。

#### 【 0 0 1 7 】

なお、レーザーモジュール21は、コリメートレンズ24から発した第1のレーザー光が平行光として対物レンズ10に入射するように、すなわち、対物レンズの物体距離が無限遠となるように、コリメートレンズ24の前側焦点に一致して配置されている。

#### 【 0 0 1 8 】

レーザーモジュール21の半導体レーザーから発した波長650nmの第1のレーザー光は、平行光として対物レンズ10に入射し、対物レンズ10により集光されて第1の光ディスクD1の記録面にビームスポットを形成する。光ディスクからの反射光は、レーザーモジュール21に設けられた受光素子により受光され、フォーカシングエラー信号、トラッキングエラー信号、そして再生時には記録された情報の再生信号が検出される。

#### 【 0 0 1 9 】

次に、図2に基づいて対物レンズ10の構造について詳細に説明する。図2は、実施形態にかかる対物レンズ10を示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は縦断面図、(C)は縦断面の一部拡大図である。

#### 【 0 0 2 0 】

対物レンズ10は、非球面である2つのレンズ面11、12を有する両凸の樹脂製単レンズである。対物レンズ10の第1面11は、図2(A)に示すように、光軸を含む中心領域と、該中心領域の周囲を囲む周辺領域とに区分される。中心領域RCと周辺領域REとは、面積比が1：1より小さくなるように、すなわち周辺領域REが中心領域RCよりも狭くなるように区分されている。

## 【 0 0 2 1 】

第 1 面 1 1 の周辺領域 RE には、図 2 (A) に示したように光軸を中心とする同心輪帯状の回折レンズ構造が形成されている。回折レンズ構造は、図 2 (C) に示す通り、フレネルレンズのように各輪帯の境界に光軸方向の段差を持つ。第 1 面 1 1 の中心領域 RC と、第 2 面 1 2 の全域とは、回折レンズ構造を持たない連続面である。

## 【 0 0 2 2 】

周辺領域 RE に形成される回折レンズ構造は、温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有する。この回折レンズ構造は、入射光の波長が長波長側にシフトした際に、球面収差が補正不足となる方向に変化するような球面収差特性を有している。屈折レンズの球面収差は、温度上昇により補正過剰となる方向に変化する。一方、光源として用いられる半導体レーザーの温度変化による波長シフトは、約  $0.2 \text{ nm}/^{\circ}\text{C}$  であり、例えば温度が  $40^{\circ}\text{C}$  上昇した場合には  $8 \text{ nm}$  波長が長波長側にシフトする。

## 【 0 0 2 3 】

そこで、上記のように回折レンズ構造に波長の長波長側へのシフトにより球面収差が補正不足となる方向に変化するような特性を持たせることにより、温度上昇により補正過剰となる屈折レンズの球面収差の変化を、温度上昇による長波長側への波長シフトにより補正不足となる回折レンズ構造の球面収差の変化により打ち消すことができる。

## 【 0 0 2 4 】

なお、図 2 の例では、対物レンズ 1 0 の第 1 面 1 1 の周辺領域 RE にのみ回折レンズ構造を形成しているが、対物レンズ 1 0 が DVD と CD とに兼用される場合には、中心領域 RC に色収差を補正するための回折レンズ構造を形成してもよい。また、回折レンズ構造を形成するのは第 1 面 1 1 に限られず、第 2 面 1 2 に形成してもよい。

次に、上述した実施形態に基づく対物レンズ 1 0 の具体的な実施例を 4 例提示する。

## 【 0 0 2 5 】

## 【実施例 1】

図 3 は、実施例 1 にかかる対物レンズ 1 0 と第 1 の光ディスク D1 とを示すレンズ図である。レーザー光は平行光 (物体距離  $\infty$ ) として対物レンズ 1 0 に入射し、第 1 の光ディスク D1 の記録面上に集光する。実施例 1 の対物レンズ 1 0 の具体的な数値構成は、表 2 に示されている。実施例 1 の対物レンズ 1 0 の第 1 面 1 1 は、光軸からの高さ  $h$  が  $0 \leq h < 1.50$  を満たす中心領域 RC と  $1.50 \leq h$  となる周辺領域 RE とに区分され、中心領域 RC は段差のない連続面、周辺領域 RE には波長により球面収差を変化させる回折レンズ構造が形成されている。中心領域 EC と周辺領域 RE のベースカーブ (回折レンズ構造を除く屈折レンズとしての形状) とは別個の係数で定義される独立した非球面である。また、第 2 面 1 2 は回折レンズ構造を有さない回転対称非球面である。

## 【0 0 2 6】

第 1 面 1 1 の中心領域 RC の非球面、周辺領域のベースカーブ、および第 2 面 1 2 の非球面の形状は、光軸からの高さが  $h$  となる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離 (サグ量) を  $X(h)$ 、非球面の光軸上での曲率 ( $1/r$ ) を  $C$ 、円錐係数を  $K$ 、4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数を  $A_4, A_6, A_8, A_{10}, A_{12}$  として、以下の式で表される。

$$X(h) = Ch^2 / (1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2 h^2}) + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12}$$

## 【0 0 2 7】

また、回折レンズ構造による光路長の付加量は、光軸からの高さ  $h$ 、 $n$  次 (偶数次) の光路差関数係数  $P_n$ 、回折次数  $m$ 、波長  $\lambda$  を用いて、

$$\phi(h) = (P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots) \times m \times \lambda$$

により定義される光路差関数  $\phi(h)$  により表すことができる。光路差関数  $\phi(h)$  は、回折面上での光軸からの高さ  $h$  の点において、回折レンズ構造により回折されなかった場合の仮想的な光線と、回折レンズ構造により回折された光線との光路差を示す。付加量は、軸上の光路に対して光路が長くなる方向を正として表す。

## 【0 0 2 8】

実際の回折レンズ構造の微細形状は、上記の光路差関数で表わされる光路長が

ら波長の整数倍の成分を消去することにより決定される。すなわち、輪帯幅は、例えば 1 次回折光を用いる場合には、輪帯の内周と外周とで光路差関数が一波長分の差を持つように決定され、輪帯間の段差は、入射光に 1 波長の光路長差を与えるように決定される。

## 【 0 0 2 9 】

表 2 では、第 1 面 1 1 の中心領域 RC の非球面形状を定義する各係数、第 1 面 1 1 の周辺領域 RE のベースカーブと回折レンズ構造とを定義する各係数、面間隔、d 線の屈折率、アッベ数  $v_d$ 、そして、第 2 面の非球面形状を定義する各係数が示されている。表中、 $NA_1$ 、 $f_1$ 、 $\lambda_1$ 、 $WD_1$ 、 $OD_1$  は、それぞれ第 1 の光ディスク  $D_1$  使用時の開口数、対物レンズの焦点距離(単位:mm)、波長(単位:nm)、作動距離(単位:mm)、物体距離(単位:mm)である。

## 【 0 0 3 0 】

## 【表 2】

$NA_1=0.60$     $f_1=3.00$     $\lambda_1=650\text{nm}$     $WD_1=1.61$     $OD_1=\infty$

## 第 1 面

中心領域 ( $0 \leq h < 1.50$ )

近軸曲率半径    $r$    1.870

非球面係数

$\kappa$    -0.500

$A_4$     $-2.12 \times 10^{-4}$

$A_6$     $1.47 \times 10^{-4}$

$A_8$     $-8.23 \times 10^{-5}$

$A_{10}$     $6.09 \times 10^{-5}$

$A_{12}$     $-1.92 \times 10^{-5}$

周辺領域 ( $1.50 \leq h$ )

ベースカーブ

近軸曲率半径    $r$    1.832

非球面係数

$\kappa$    -0.500

$$A_4 = -3.44 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 7.80 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -7.67 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 2.96 \times 10^{-4}$$

$$A_{12} = -5.07 \times 10^{-5}$$

#### 回折レンズ構造

##### 光路差関数係数

$$P_2 = 4.61$$

$$P_4 = -2.12$$

$$P_6 = 0.00$$

$$P_8 = 0.00$$

$$P_{10} = 0.00$$

$$P_{12} = 0.00$$

$$\text{第 1 面第 2 面間隔 } d = 1.80$$

$$\text{レンズ屈折率 } n_d = 1.5436$$

$$\text{レンズアッベ数 } \nu_d = 55.7$$

$$\text{ディスク屈折率 } n_d = 1.5855$$

$$\text{ディスクアッベ数 } \nu_d = 29.9$$

#### 第 2 面

$$\text{近軸曲率半径 } r = -8.109$$

##### 非球面係数

$$\kappa = 0.00$$

$$A_4 = 1.68 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -2.57 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 2.20 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = -1.68 \times 10^{-4}$$

$$A_{12} = 2.93 \times 10^{-5}$$

【 0 0 3 1 】

図 4 (A) は、実施例 1 の対物レンズ 10 の第 1 の光ディスク D1 に対する波長 65

0nmにおける球面収差SAおよび正弦条件SCを示し、図4(B)は、波長650nm,645nm,655nmにおける球面収差により表される色収差を示す。各グラフ(A),(B)の横軸は収差の発生量を示し(単位: mm)、縦軸は開口数NAを示す。

## 【0032】

また、図5(A)(B)は、レンズを構成する樹脂の屈折率が0.0044低くなった場合の図4(A)(B)と同様の収差を示す。この屈折率の変化は、温度が40℃上昇した場合の変化に対応している。温度上昇により屈折率が低下した場合、球面収差SAは、図5(A)に示すようにNAが大きくなるに従ってオーバー側に変化するものの、中心領域RCと周辺領域REとの境目部分で一旦アンダー側に戻るため、結果的に高NAの領域での球面収差の発生を抑えることができる。回折レンズ構造が設けられていない場合には、NAが大きくなるに従って球面収差が単調にオーバー側に変化し、高NAの領域で発生する球面収差の量が過大となる。

## 【0033】

## 【実施例2】

表3は、実施例2の対物レンズの具体的な数値構成を示す。実施例2の対物レンズは、基本形状が実施例1の対物レンズと同一であり、第1面の周辺領域REの構成が異なるのみであるため、この領域の数値のみ表示する。また、外形は図3と同一であるため、レンズ図は省略する。

## 【0034】

## 【表3】

## 第1面

周辺領域( $1.50 \leq h$ )

ベースカーブ

近軸曲率半径  $r$  1.870

非球面係数

$\kappa$  -0.500

A4  $2.36 \times 10^{-3}$

A6  $-5.50 \times 10^{-4}$

A8  $-5.23 \times 10^{-4}$

$$A_{10} \quad 2.12 \times 10^{-4}$$

$$A_{12} \quad -4.20 \times 10^{-5}$$

#### 回折レンズ構造

##### 光路差関数係数

$$P_2 \quad 0.00$$

$$P_4 \quad 2.25$$

$$P_6 \quad -1.03$$

$$P_8 \quad 0.00$$

$$P_{10} \quad 0.00$$

$$P_{12} \quad 0.00$$

$$[0 \ 0 \ 3 \ 5]$$

図 6 (A) は、実施例 2 の対物レンズの第 1 の光ディスク D1 に対する波長 650nm における球面収差 SA および正弦条件 SC を示し、図 6 (B) は、波長 650nm, 645nm, 655nm における球面収差により表される色収差を示す。また、図 7 (A) (B) は、レンズを構成する樹脂の屈折率が 0.0044 低くなった場合の図 6 (A) (B) と同様の収差を示す。温度上昇により屈折率が低下した場合、球面収差 SA は、図 7 (A) に示すように低 NA の領域では NA が大きくなるに従ってオーバー側に変化するものの、中心領域 RC と周辺領域 RE との境目部分で一旦アンダー側に戻り、かつ、高 NA の領域では NA が大きくなるに従ってアンダー側に戻るため、結果的に高 NA の領域での球面収差の発生を抑えることができる。

$$[0 \ 0 \ 3 \ 6]$$

#### 【実施例 3】

図 8 は、実施例 3 にかかる対物レンズ 10 と第 1 の光ディスク D1 とを示すレンズ図である。実施例 3 の対物レンズ 10 の具体的な数値構成は、表 4 に示されている。実施例 3 の対物レンズ 10 の第 1 面 21 は、光軸からの高さ  $h$  が  $0 \leq h < 1.50$  を満たす中心領域 RC と  $1.50 \leq h$  となる周辺領域 RE とに区分され、中心領域 RC には色収差補正用の回折レンズ構造が形成され、周辺領域 RE には温度補償用の回折レンズ構造が形成されている。また、第 2 面 22 は回折レンズ構造を有さない回転対称非球面である。



【 0 0 3 7 】

【 表 4 】

$NA_1=0.60$   $f_1=3.00$   $\lambda_1=650\text{nm}$   $WD_1=1.63$   $OD_1=\infty$

第 1 面

中心領域 ( $0 \leq h < 1.50$ )

ベースカーブ

近軸曲率半径  $r$  1.935

非球面係数

$\kappa$  -0.500

$A_4$   $-5.14 \times 10^{-4}$

$A_6$   $6.75 \times 10^{-4}$

$A_8$   $-1.36 \times 10^{-4}$

$A_{10}$   $4.17 \times 10^{-5}$

$A_{12}$   $-2.00 \times 10^{-5}$

回折レンズ構造

光路差関数係数

$P_2$  -2.00

$P_4$  -1.54

$P_6$   $3.70 \times 10^{-1}$

$P_8$  0.00

$P_{10}$  0.00

$P_{12}$  0.00

周辺領域 ( $1.50 \leq h$ )

ベースカーブ

近軸曲率半径  $r$  1.926

非球面係数

$\kappa$  -0.500

$A_4$   $7.55 \times 10^{-4}$

$A_6$   $3.00 \times 10^{-6}$

$$A_8 = -3.27 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 8.90 \times 10^{-5}$$

$$A_{12} = -2.68 \times 10^{-5}$$

# 回折レンズ構造

## 光路差関数係数

$$P_2 = -9.97 \times 10^{-1}$$

$$P_4 = -3.60 \times 10^{-1}$$

$$P_6 = -4.00 \times 10^{-1}$$

$$P_8 = 0.00$$

$$P_{10} = 0.00$$

$$P_{12} = 0.00$$

$$\text{第 1 面第 2 面間隔 } d = 1.80$$

$$\text{レンズ屈折率 } n_d = 1.5436$$

$$\text{レンズアッベ数 } v_d = 55.7$$

$$\text{ディスク屈折率 } n_d = 1.5855$$

$$\text{ディスクアッベ数 } v_d = 29.9$$

## 第 2 面

$$\text{近軸曲率半径 } r = -7.075$$

## 非球面係数

$$\kappa = 0.00$$

$$A_4 = 2.61 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -7.19 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 4.83 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 7.91 \times 10^{-5}$$

$$A_{12} = -1.50 \times 10^{-5}$$

【 0 0 3 8 】

図 9 (A) は、実施例 3 の対物レンズの第 1 の光ディスク D1 に対する波長 650nm における球面収差 S A および正弦条件 S C を示し、図 9 (B) は、波長 650nm, 645nm, 655nm における球面収差により表される色収差を示す。また、図 1 0 (A) (B) は

、レンズを構成する樹脂の屈折率が0.0044低くなった場合の図9(A)(B)と同様の収差を示す。温度上昇により屈折率が低下した場合、球面収差SAは、図10(A)に示すように低NAの領域ではNAが大きくなるに従ってオーバー側に変化するものの、中心領域RCと周辺領域REとの境目部分で一旦アンダー側に戻り、かつ、高NAの領域ではNAが大きくなるに従ってアンダー側に戻るため、結果的に高NAの領域での球面収差の発生を抑えることができる。

【0039】

【実施例4】

図11は、実施例4にかかる対物レンズ10と第1の光ディスクD1とを示すレンズ図である。実施例4の対物レンズ10の具体的な数値構成は、表5に示されている。実施例4の対物レンズ10の第1面11は回折レンズ構造を有さない回転対称非球面である。また、第2面12は、光軸からの高さhが $0 \leq h < 1.20$ を満たす中心領域と $1.20 \leq h$ となる周辺領域REとに区分され、中心領域RCは段差のない連続面とされ、周辺領域REには波長により球面収差を変化させる回折レンズ構造が形成されている。

【0040】

【表5】

$NA_1=0.60$     $f_1=3.00$     $\lambda_1=650nm$     $WD_1=1.61$     $OD_1=\infty$

第1面

近軸曲率半径    $r$    1.882

非球面係数

$\kappa$    -0.50

$A_4$     $-3.53 \times 10^{-4}$

$A_6$     $2.62 \times 10^{-5}$

$A_8$     $-1.04 \times 10^{-4}$

$A_{10}$     $3.05 \times 10^{-5}$

$A_{12}$     $-1.56 \times 10^{-5}$

第1面第2面間隔    $d$    1.80

レンズ屈折率    $nd$    1.5436

レンズアッベ数  $v_d$  55.7

ディスク屈折率  $n_d$  1.5855

ディスクアッベ数  $v_d$  29.9

## 第 2 面

中心領域 ( $0 \leq h < 1.20$ )

近軸曲率半径  $r$  -7.816

非球面係数

$\kappa$  0.00

A 4  $1.66 \times 10^{-2}$

A 6  $-3.35 \times 10^{-3}$

A 8  $-1.18 \times 10^{-4}$

A 10  $1.48 \times 10^{-4}$

A 12  $-2.83 \times 10^{-5}$

周辺領域 ( $1.20 \leq h$ )

ベースカーブ

近軸曲率半径  $r$  -7.439

非球面係数

$\kappa$  -0.500

A 4  $1.76 \times 10^{-2}$

A 6  $-1.94 \times 10^{-3}$

A 8  $-2.73 \times 10^{-4}$

A 10  $1.50 \times 10^{-4}$

A 12  $-1.69 \times 10^{-5}$

回折レンズ構造

光路差関数係数

$P_2$  2.70

$P_4$   $-5.00 \times 10^{-1}$

$P_6$  -1.23

$P_8$  0.00

$P_{10} \quad 0.00$ 
 $P_{12} \quad 0.00$ 

【0 0 4 1】

図 1 2 (A) は、実施例 4 の対物レンズの第 1 の光ディスク D1 に対する波長 650nm における球面収差 SA および正弦条件 SC を示し、図 1 2 (B) は、波長 650nm, 645nm, 655nm における球面収差により表される色収差を示す。また、図 1 3 (A) (B) は、レンズを構成する樹脂の屈折率が 0. 0 0 4 4 低くなった場合の図 1 2 (A) (B) と同様の収差を示す。温度上昇により屈折率が低下した場合、球面収差 SA は、図 1 2 (A) に示すように低 NA の領域では NA が大きくなるに従ってオーバー側に変化するものの、中心領域 RC と周辺領域 RE との境目部分で一旦アンダー側に戻り、かつ、高 NA の領域では NA が大きくなるに従ってアンダー側に戻るため、結果的に高 NA の領域での球面収差の発生を抑えることができる。

【0 0 4 2】

以下の表 6 は、対物レンズの温度変化  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  に対する波面収差 (rms, 単位:  $\lambda$ ) の変化を示し、上記の 4 つの実施例の対物レンズと、回折レンズ構造が設けられていない比較例の対物レンズとの値を示している。図 1 4 は、表 6 をグラフ化したものである。

【0 0 4 3】

【表 6】

$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	波面収差				
	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	比較例
0	0.002	0.001	0.001	0.002	0.000
10	0.007	0.006	0.005	0.005	0.011
20	0.011	0.009	0.009	0.011	0.022
30	0.016	0.014	0.012	0.015	0.033
40	0.020	0.018	0.016	0.020	0.043

【0 0 4 4】

表 6, および図 1 4 に示されるとおり、周辺領域 RE に回折レンズ構造を形成することにより、温度変化による波面収差の発生量を半分以下に抑えることができ

る。このように温度補償のための回折レンズ構造を周辺領域REにのみ形成することにより、波面収差の発生を小さく抑えられ、かつ、中心領域を規格の異なる光ディスクに対して共用する場合にも適用可能な対物レンズを構成することが可能となる。

## 【 0 0 4 5 】

すなわち、温度補償のための回折レンズ構造を中心領域RCにも形成した場合には、DVD等の第1の光ディスクに対しては温度変化による波面収差の劣化をより小さく抑えることができるものの、波長依存性が大きくなるために使用波長が異なる他の光ディスクに対しては利用することができなくなる。これに対して、周辺領域にのみ温度補償のための回折レンズ構造を形成した場合には、周辺領域は第1の光ディスクを使用する際に適した専用の領域となるものの、中心領域は使用波長が異なる他の光ディスクに対しても利用することが可能となる。

## 【 0 0 4 6 】

特に、長波長のレーザー光を利用してCD等の記録密度が相対的に低く、保護層の厚い光ディスク(以下、第2の光ディスクという)を使用する場合には、上記のように周辺利用域を第1の光ディスクに対する専用領域とすることにより、第2の光ディスクの利用時には周辺領域を通った光は拡散し、実質的にNAを小さくして形成されるビームスポットが必要以上に小さくなるのを防ぐことができる。

## 【 0 0 4 7 】

上述した4つの実施例の対物レンズを、2種類の光ディスクを利用可能な光ヘッドに適用した第2の実施形態につき図15に基づいて説明する。図15は、記録密度の高いDVDと記録密度の低いCD、CD-R(CDレコーダブル)に対して記録あるいは再生が可能な光ヘッドの光学系を示す説明図である。この光学系は、第1レーザーモジュール21、第2レーザーモジュール22、ビームコンバイナ23、コリメートレンズ24、対物レンズ10で構成されている。各モジュール21、22は、半導体レーザーとセンサーとを一体化した素子である。

## 【 0 0 4 8 】

第1のレーザーモジュール21は、図1の例と同様、発振波長650nmの半導体

レーザーを備える。一方、1.2mmの保護層を有する低記録密度の第2の光ディスクD2のうち、少なくともCD-Rを使用するためには、その分光反射率の関係で近赤外光が必要となる。そこで、第2のレーザーモジュール22は、発振波長780nmの半導体レーザーを備える。

## 【0049】

第1の光ディスクD1(図中実線で示す)の使用時には、第1のレーザーモジュール21を作動させる。対物レンズ10は図中に実線で示した位置に配置され、第1のレーザーモジュール21の半導体レーザーから発した波長650nmの第1のレーザー光は、図中実線で示したように平行光として対物レンズ10に入射し、対物レンズ10により集光されて第1の光ディスクD1の記録面にビームスポットを形成する。他方、第2の光ディスクD2(図中破線で示す)の使用時には、第2のレーザーモジュール22を作動させる。対物レンズ10は図中破線で示したように、光ディスクに近づいた位置に配置される。第2のレーザーモジュール22の半導体レーザーから発した波長780nmの第2のレーザー光は、図中破線で示したように発散光として対物レンズ10に入射し、対物レンズ10により集光されて第2の光ディスクD2の記録面にビームスポットを形成する。

## 【0050】

対物レンズ10の周辺領域REに形成される回折レンズ構造は、第1のレーザー光を第1の光ディスクに集光させる際には温度変化による波面収差の劣化を防ぎ、第2のレーザー光を第2の光ディスクに集光させる際には球面収差を発生させる。したがって、第1の光ディスクD1の使用時には、中心領域RC、周辺領域REに入射した第1のレーザー光が共に同一の位置に集光し、NAが比較的大きくなるためにスポット径を小さく絞ることができ、かつ、温度変化による集光性能の劣化を防ぐことができる。他方、第2の光ディスクD2の使用時には、周辺領域REに入射した第2のレーザー光は拡散し、中心領域RCに入射したレーザー光のみがビームスポットを形成するため、NAが実質的に小さくなり、スポット径が第1のレーザー光によるスポット径より大きくなる。第2の光ディスクの使用時には、NAが小さいため、温度変化による波面収差の劣化は問題とならない。

## 【0051】

なお、実施例 1～4 の対物レンズを図 1 5 の光学系に適用する場合、第 2 のレーザーモジュール 2 2 から発した波長 780nm のレーザー光を対物レンズ 1 0 の物体距離が -52.0mm となるように発散光として入射させると、第 2 の光ディスクに対して良好なビームスポットを形成することができる。

【 0 0 5 2 】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、対物レンズの周辺領域に、温度変化による集光性能の変化を抑える回折レンズ構造を設けることにより、DVD 等の高い NA が要求される対物レンズについても、温度変化による波面収差の劣化を防ぎ、装置の使用可能な温度範囲を広げることができる。また、温度補償用の回折レンズ構造を周辺領域についてのみ設けることにより、中心領域は、必要とされる NA が異なる CD 等の他の規格の光ディスクを使用する場合との兼用領域として設計できるため、それぞれの光ディスクについて専用の対物レンズを設けるよりも光学系の構成を簡略化して、小型化、低コスト化が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施形態にかかる光ヘッドの光学系を示す説明図。

【図 2】 図 1 の光学系に用いられる対物レンズの (A) 正面図、(B) 縦断面図、(C) 縦断面の一部拡大図。

【図 3】 実施例 1 の光ヘッド用対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図。

【図 4】 実施例 1 の対物レンズの第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 5】 実施例 1 の対物レンズの屈折率が 0.0044 低くなった場合における第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 6】 実施例 2 の対物レンズの第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 7】 実施例 2 の対物レンズの屈折率が 0.0044 低くなった場合における第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 8】 実施例 3 の光ヘッド用対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図。

【図 9】 実施例 3 の対物レンズの第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(



B)色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 1 0】 実施例 3 の対物レンズの屈折率が 0. 0 0 4 4 低くなった場合における第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ

。

【図 1 1】 実施例 4 の光ヘッド用対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図

。

【図 1 2】 実施例 4 の対物レンズの第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 1 3】 実施例 4 の対物レンズの屈折率が 0. 0 0 4 4 低くなった場合における第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ

。

【図 1 4】 実施例と比較例の対物レンズの温度変化に対する波面収差の変化を示すグラフ。

【図 1 5】 第 2 の実施形態にかかる光ヘッドの光学系を示す説明図。

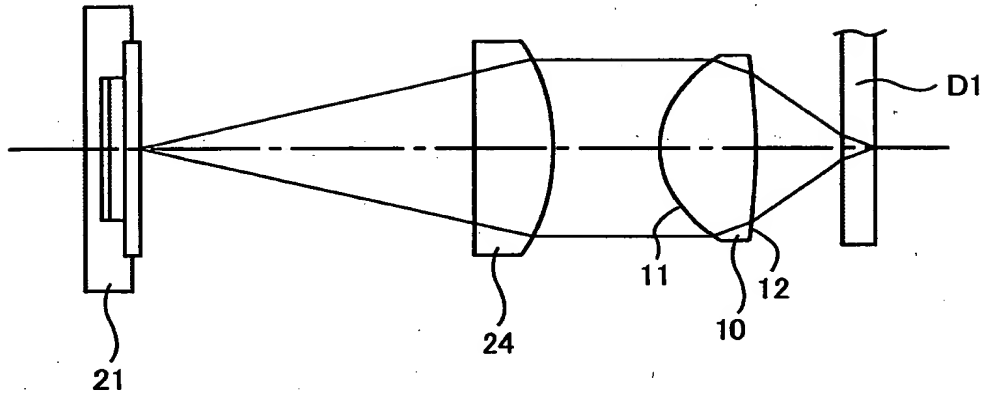
【図 1 6】 焦点距離 3. 0 mm、使用波長 6 5 0 nm の樹脂製レンズについて、温度が 4 0 度上昇した際の波面収差 (単位:  $\lambda$  (波長)) の変化量を NA をパラメータとして示したグラフ。

【符号の説明】

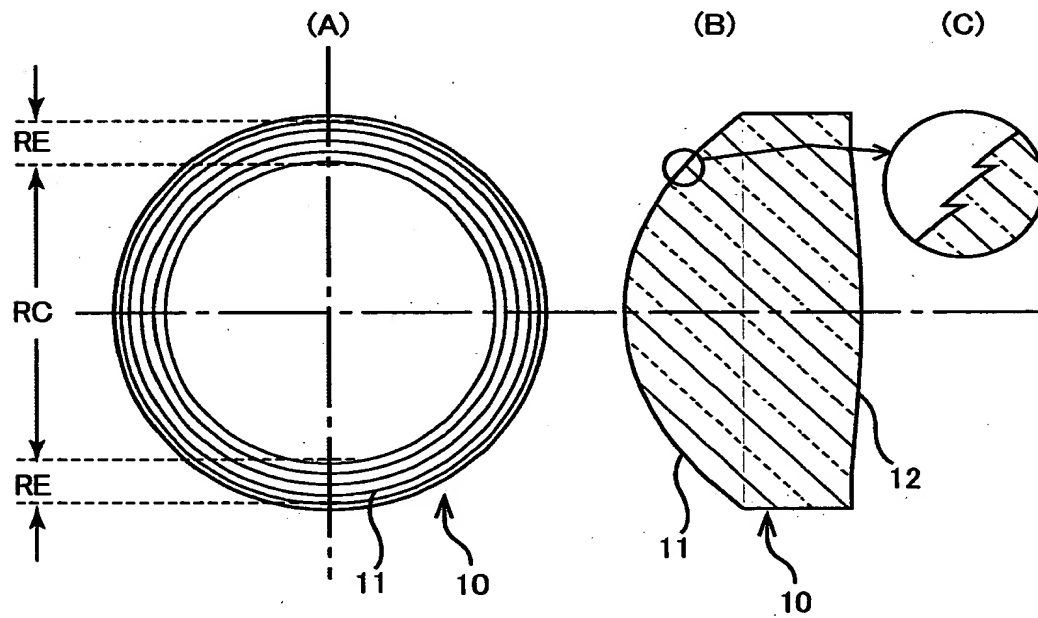
- 1 0 対物レンズ
- 1 1 第 1 面
- 1 2 第 2 面
- D1 第 1 の光ディスク
- 2 1 レーザーモジュール
- 2 4 コリメートレンズ

【書類名】 図面

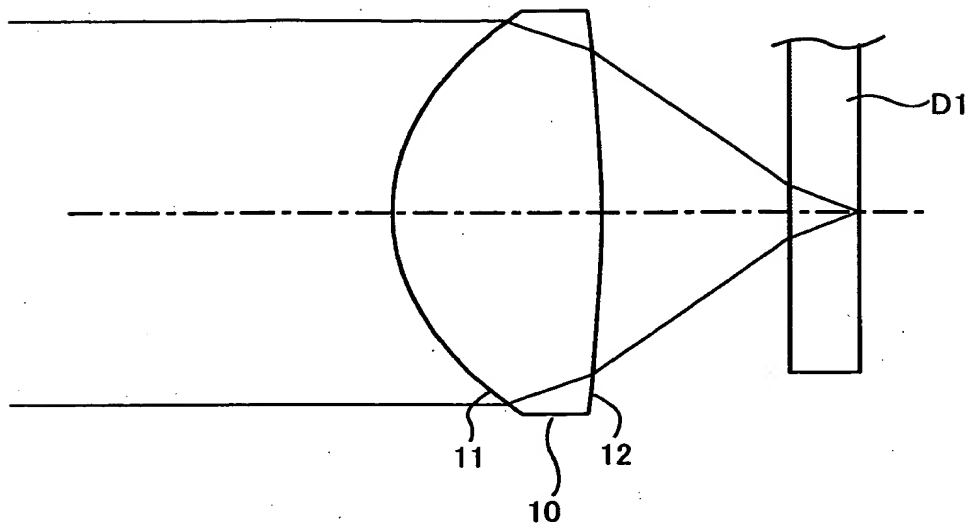
【図 1】



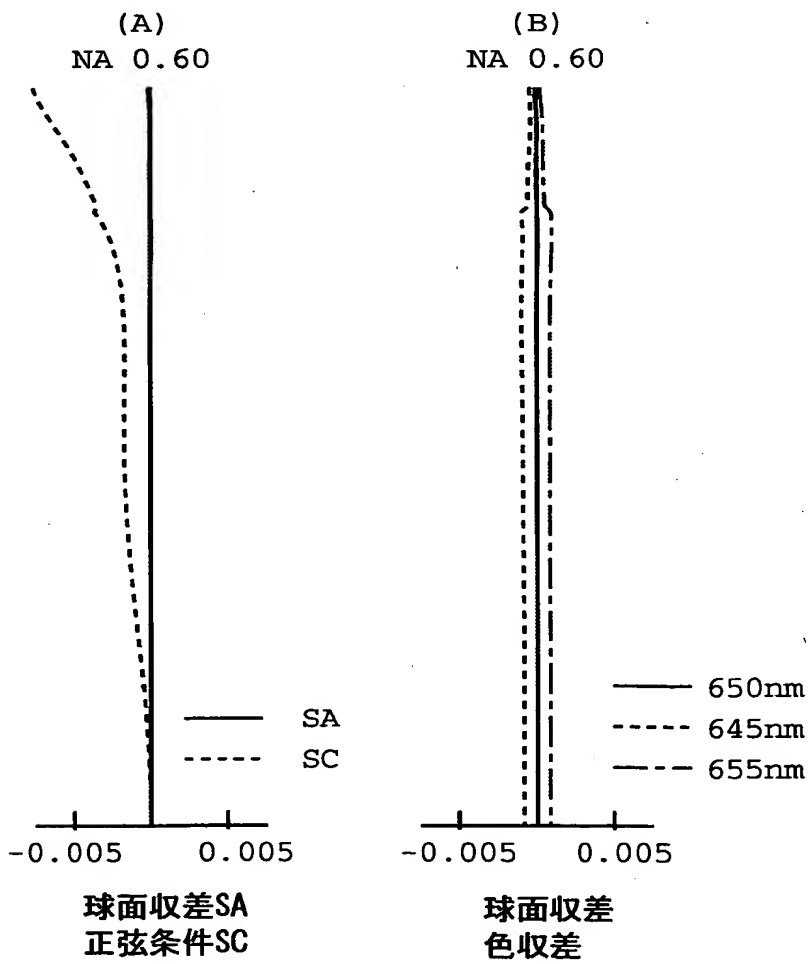
【図 2】



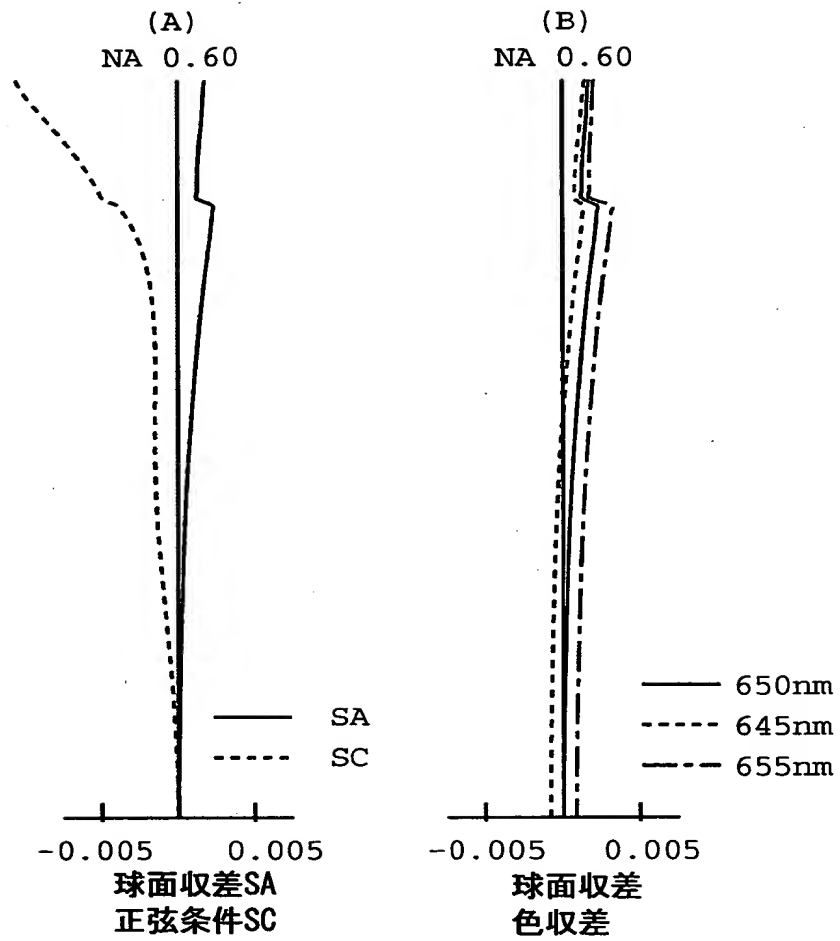
【図3】



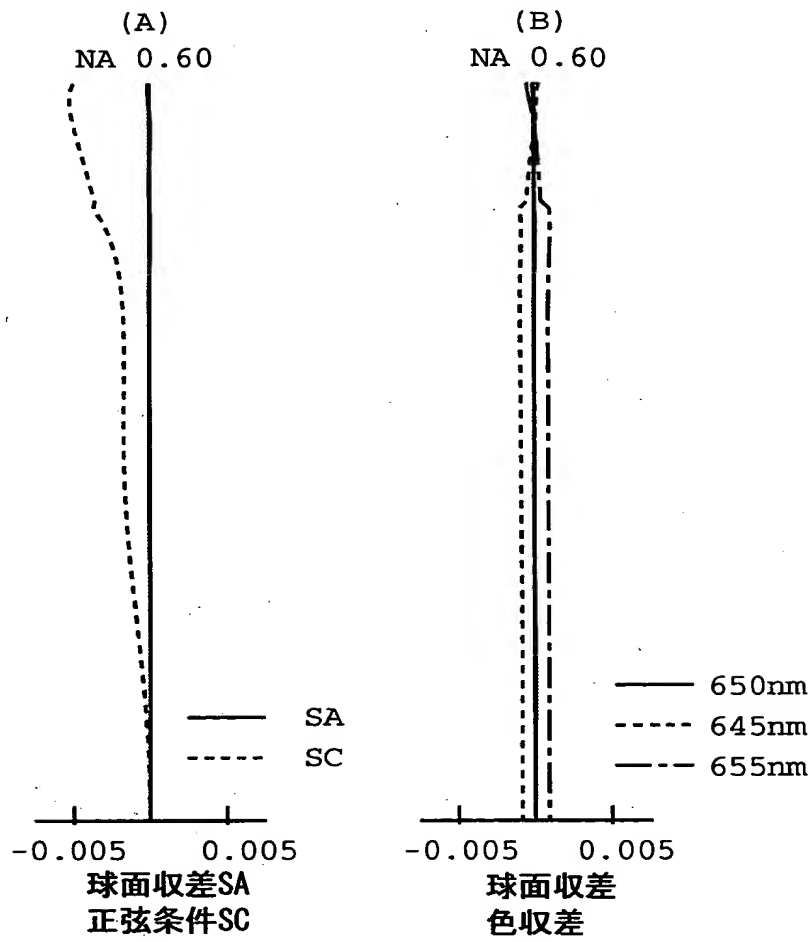
【図4】



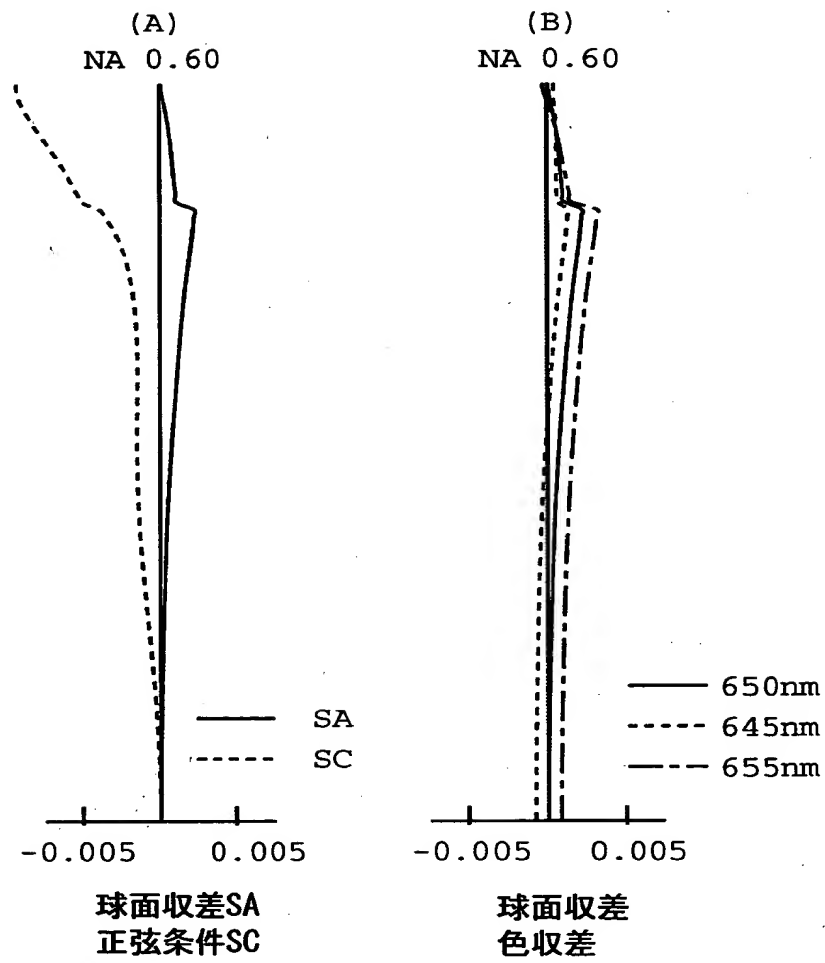
【図 5】



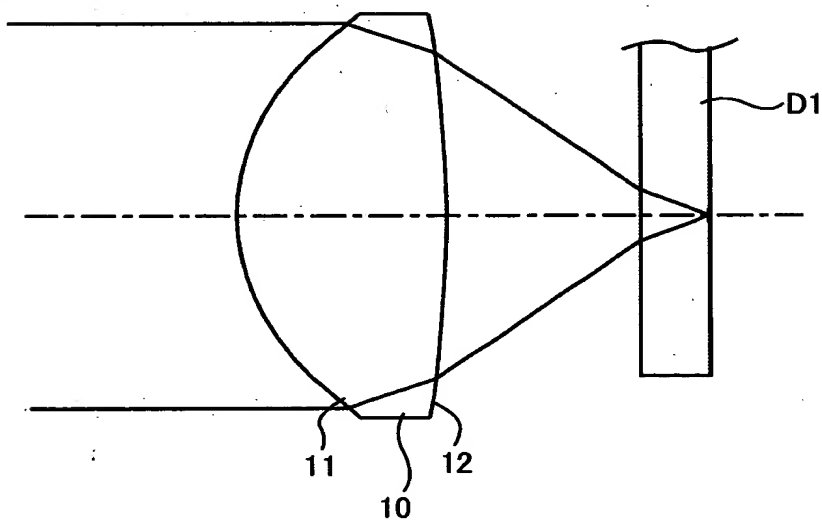
【図 6】



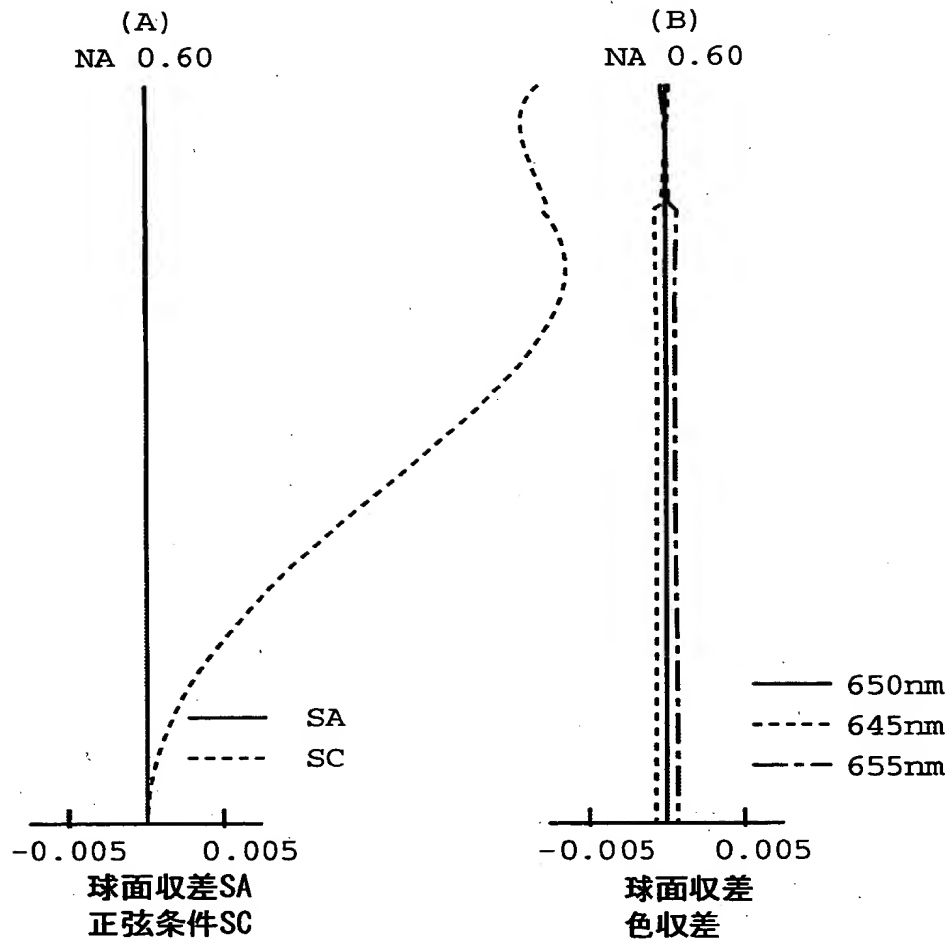
【図 7】



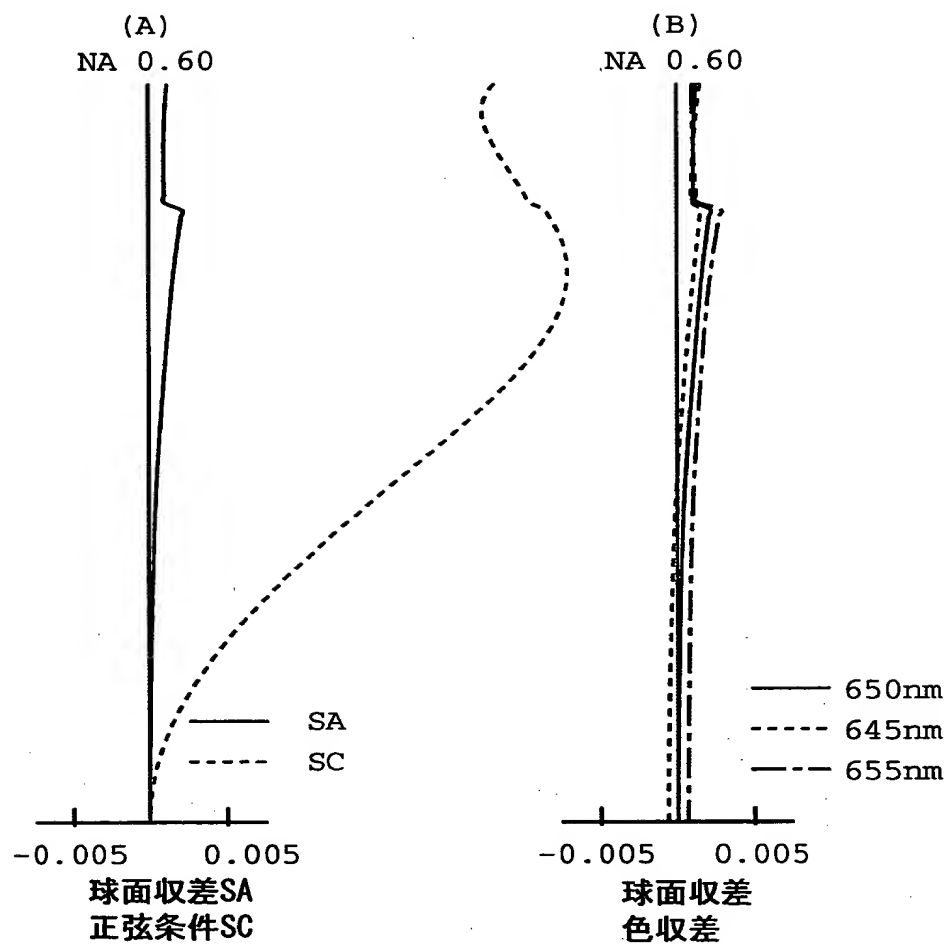
【図 8】



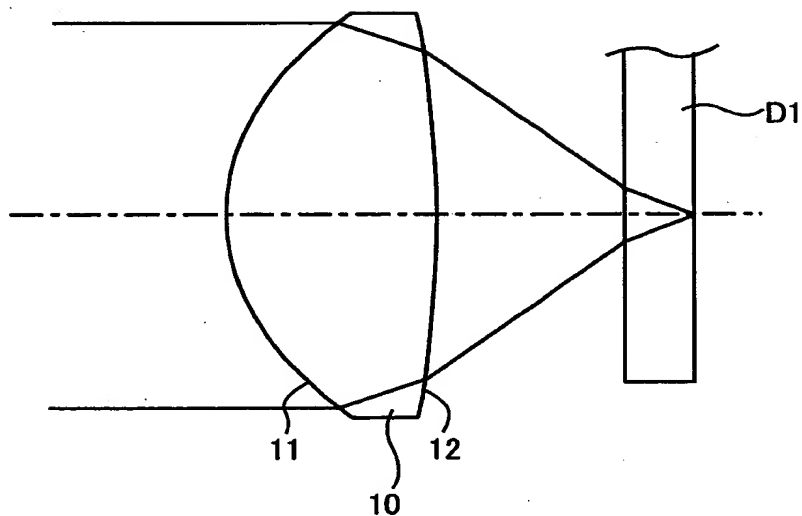
【図9】



【図10】

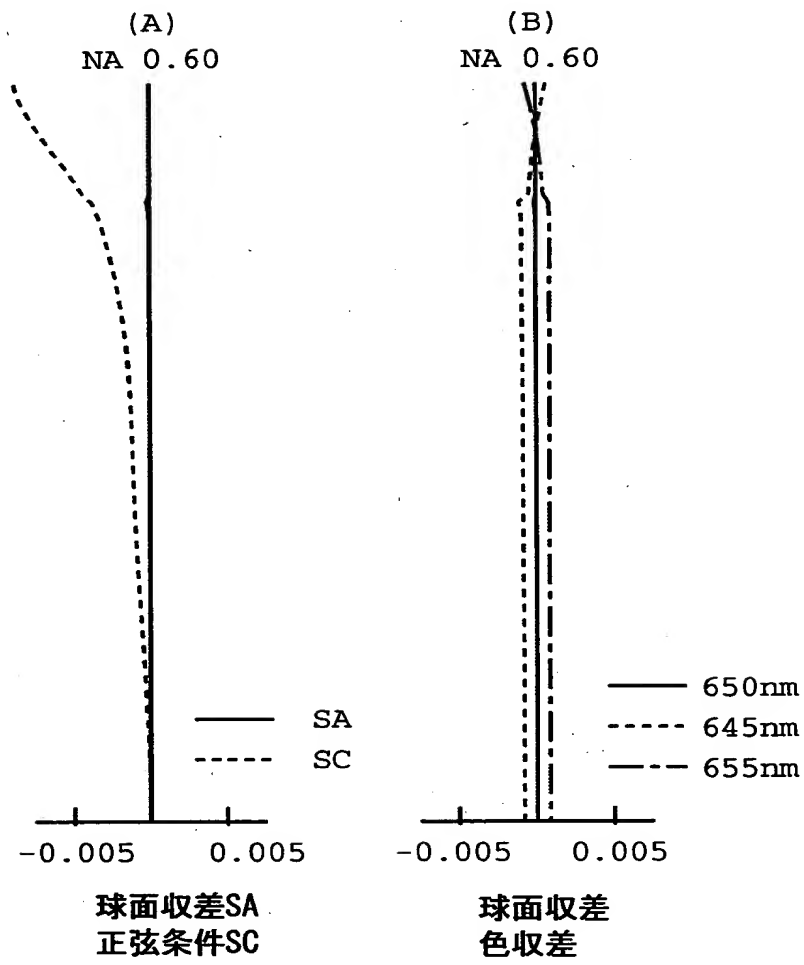


【図11】

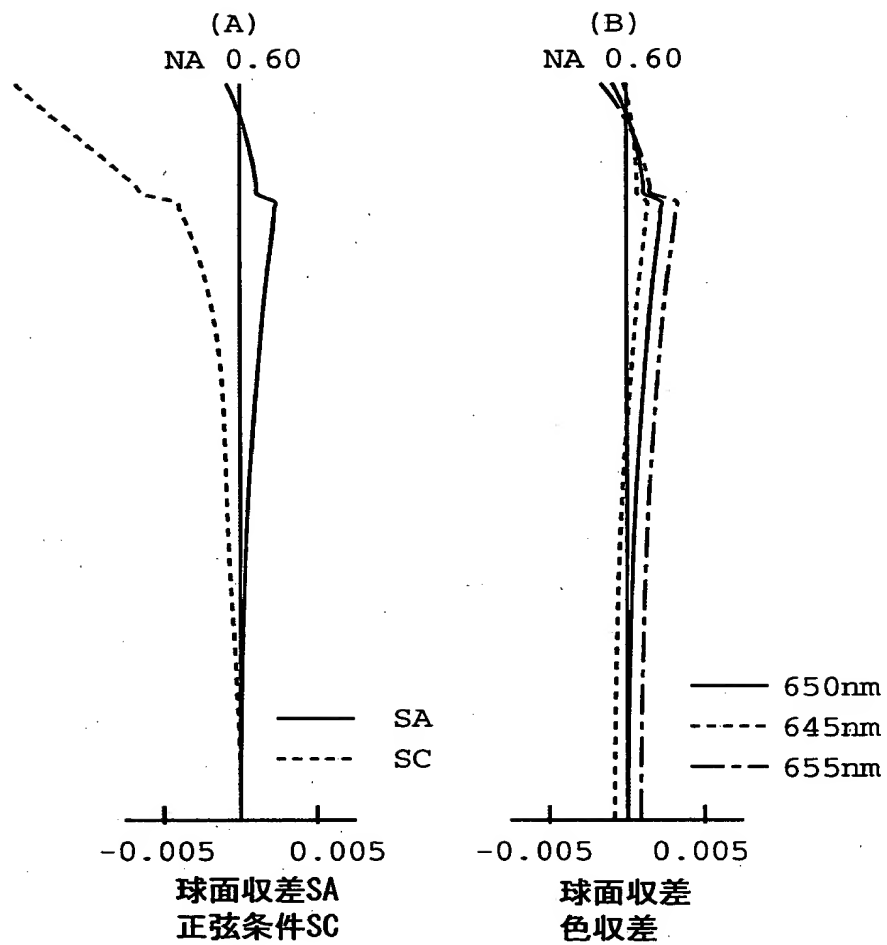




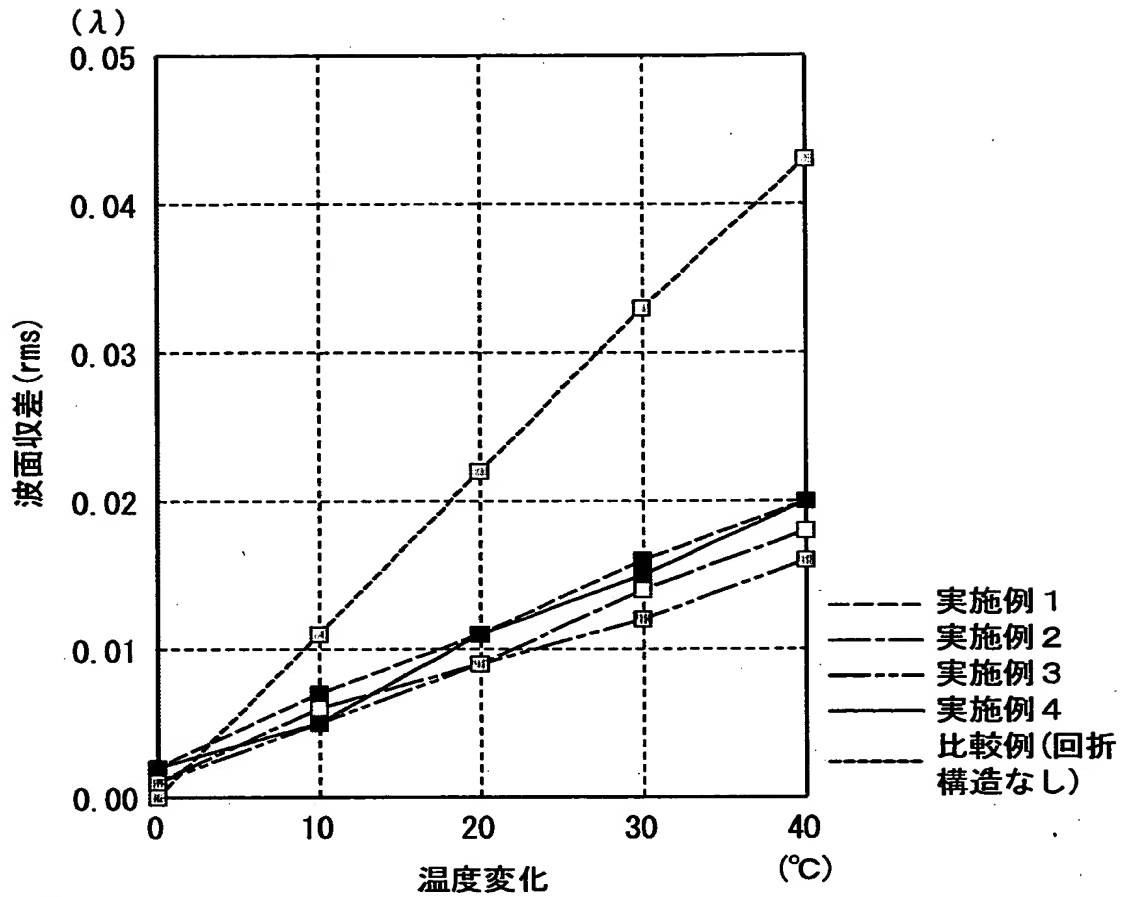
【図 1 2】



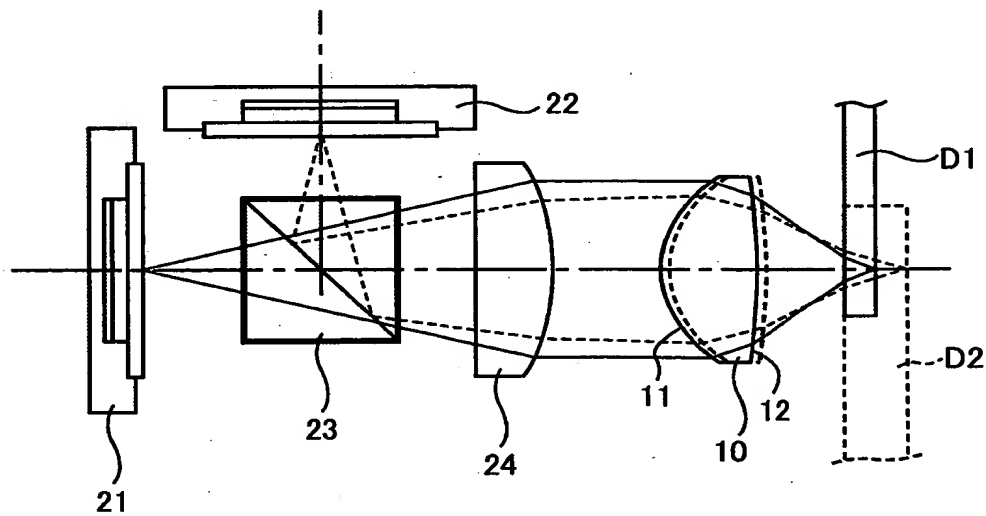
【図 1 3】



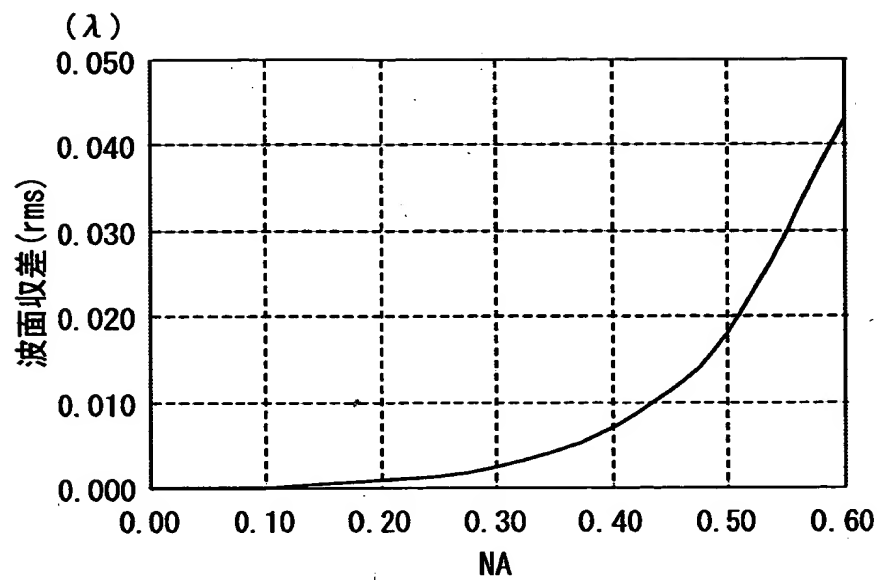
【図14】



【図15】



【図 1 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度変化による波面収差の変化を小さく抑え、高NAの対物レンズとして利用する場合にも、利用可能な温度範囲を広げること。

【解決手段】 光ヘッドの光学系は、レーザーモジュール21、コリメートレンズ24、対物レンズ10で構成されている。レーザーモジュール21は、半導体レーザーとセンサーとを一体化した素子であり、コリメートレンズ24から発した第1のレーザー光が平行光として対物レンズ10に入射するように配置されている。対物レンズ10の第1面11は、中心領域と、中心領域の周囲を囲む周辺領域とに区分される。周辺領域REは中心領域RCよりも狭くなるように区分されている。周辺領域REに形成された回折レンズ構造は、温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有する。

【選択図】 図2

特 2000-312110

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-312110
受付番号	50001321267
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年10月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年10月12日
-------	-------------

次頁無

特 2 0 0 0 - 3 1 2 1 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 0 5 2 7 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[ 変更理由 ] 新規登録

住 所 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

氏 名 旭光学工業株式会社